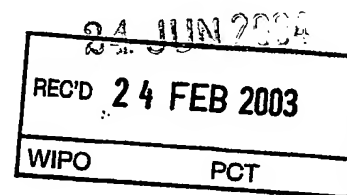


**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 30 040.2

**Anmeldetag:** 04. Juli 2002

**Anmelder/Inhaber:** Dipl.-Ing. Dieter Voigt, Braunschweig/DE

**Bezeichnung:** Vorrichtung zur Regelung von Hydraulikpumpen

**IPC:** F 04 C 15/04

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 3. Februar 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Agurks

## Vorrichtung zur Regelung von Hydraulikpumpen



Die Erfindung betrifft Vorrichtungen zur Regelung von Hydraulikpumpen, insbesondere Ölpumpen zur Schmierung von Verbrennungsmotoren. Derartige Regelvorrichtungen haben die Aufgabe, die Förderleistung der Ölpumpe an den wechselnden Bedarf des Schmiersystems des Verbrennungsmotors hinsichtlich Öldruck und Ölmenge anzupassen. Hierdurch werden unnötig hohe Öldrücke vermieden wie auch die Antriebsleistung der Schmierölpumpe im Hinblick auf einen guten Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors minimiert.

Herkömmliche Ölpumpen für Verbrennungsmotoren haben eine Bypass-Regelung, die bei Erreichen eines maximal erforderlichen Öldruckes ein Kurzschlussventil öffnet, um eine entsprechende Bypassölmenge ungenutzt in den Ölsumpf oder zur Ölpumpenausgasseite zurückzuleiten.

Bekannte Ölpumpen mit Fördermengenregelung, bei denen sich die Ölfördermenge entsprechend der Ölpumpenauslegung an den Bedarf des zu versorgenden Verbrennungsmotors anpaßt, weisen eine geringere Ölpumpenantriebsleistung als Ölpumpen mit Bypassregelung auf. Die Fördermengen werden im wesentlichen durch den Förderöldruck geregelt, wobei insbesondere bei höheren Motordrehzahlen wie auch bei niedrigen Betriebstemperaturen entsprechende Fördermengenabregelungen bei zugehörigen Begrenzungen des Förderöldruckes stattfinden.

Bei einfachen Ölpumpenausführungen mit Fördermengenregelung wird der Förderöldruck direkt durch eine Regelfeder bestimmt. Diese Verwendung von öldruckbestimmenden Regelfedern hat jedoch den Nachteil, daß die Federauslegung entsprechend dem höchsten Öldruckbedarf bei Motorhöchstdrehzahl des Verbrennungsmotors vorzunehmen ist, was unnötig hohe Öldrücke mit entsprechend hohen Antriebsleistungen im unteren Drehzahlbereich zur Folge hat. Eine Fördermengenregelung ausschließlich durch eine Regelfeder, wie beispielsweise in DE 3028573 und DE 3528651 vorgeschlagen, hat weiterhin mit zunehmendem Verschiebeweg eine unnötige Öldruckerhöhung durch die ansteigende Federkraft der Regelfeder zur Folge, so daß der erzielte Antriebsleistungsvorteil infolge Fördermengenreduzierung durch den nicht erforderlichen Öldruckanstieg zumindest teilweise wieder kompensiert wird.

Die in DE 10043842 vorgeschlagene Ölpumpenausführung vermeidet weitgehend den unerwünschten Öldruckanstieg bei Fördermengenabregelung durch eine das Öldruckniveau stabilisierende Drosselregelung. Sie benötigt jedoch zur Minimierung von Fördermenge und

Öldruck entsprechend dem Bedarf eines Verbrennungsmotors in Abhängigkeit von den Betriebswerten, insbesondere von Öltemperatur und Motordrehzahl, als Zusatzaufwand elektrische Steuerkomponenten.

Es ist Aufgabe der Erfindung eine Regelvorrichtung für Ölpumpen von Verbrennungsmotoren zu schaffen, die allein abhängig von der Betriebsdrehzahl ohne den Zusatzaufwand einer externen Steuereinrichtung den Förderöldruck wie auch bei fördermengenveränderlichen Ölpumpen deren Ölfördermenge entsprechend dem betriebssicheren Bedarf des zu versorgenden Verbrennungsmotors einstellt und damit die Antriebsleistung der Ölpumpe minimiert.

Zur Lösung der Aufgabe wird eine Regelvorrichtung für Hydraulikpumpen mit den Merkmalen des Hauptanspruchs vorgeschlagen, die sich dadurch auszeichnet, daß sich der Förderöldruck zumindest in zwei Druckstufen abhängig von der Betriebsdrehzahl fliehkraftgesteuert über einen gestuften Regelkolben automatisch einstellt.

Die Erfindung wird anhand folgender Zeichnungen hinsichtlich Funktion und Ausführungsmöglichkeiten näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 eine geschnittene Seitenansicht einer durch axiale Zahnradverschiebung fördermengenregelbaren Außenzahnradpumpe mit geregelter Verschiebeeinheit
- Figur 2 eine vergrößert dargestellte Schnittdarstellung der Verschiebeeinheit von Figur 1
- Figur 3 eine geschnittene Seitenansicht einer durch axiale Zahnradverschiebung fördermengenregelbaren Außenzahnradpumpe mit erfindungsgemäß geregelter Steuerkolben der Verschiebeeinheit
- Figur 4 eine Schnittansicht einer Innenzahnradpumpe mit erfindungsgemäß geregelter Überdruckkolben einer Bypass-Regelung

Die **Figur 1** zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Regelvorrichtung für eine Außenzahnradölpumpe mit Fördermengenregelung.

Bei dieser Ölpumpenausführung wird bei einer Fördermengenregelung relativ zum Antriebszahnrad 1, das über eine Antriebswelle 2 in einem Deckelkolben 3 von Gehäuse 4 gelagert ist, ein in-kämmendem Eingriff mit ihm stehendes Verschiebezahnrad 5 axial verschoben, so dass dann durch die veränderte Zahneingriffsbreite die Ölfördermenge entsprechend angepasst wird. Das Verschiebezahnrad 5 ist auf einem nichtrotierenden Bolzen 6 gelagert, der rechtsseitig einen Verschiebekolben 7 und linksseitig einen gestuften Federkolben 8 trägt. Diese so gebildete Verschiebeeinheit 9 wirkt als Regelkolben und wird am Verschiebekolben 7 an seiner Wirkfläche 25 von dem in der zugehörigen Verschiebekammer 10 ständig herrschenden Förderöldruck beaufschlagt, der von Druckraum 11 über eine hydraulischen Verbindung mit einer Drossel 12 übertragen wird.

Der Federkolben 8 wird an seinem großen Durchmesser von einer Regelfeder 13 vorgepannt, deren Federkammer 14 infolge einer Ausgleichsbohrung 15 druckfrei ist.

Der Federkolben 8 taucht mit seinem kleinen Zapfen 16 und der zugehörigen Wirkfläche 26 in die Zapfenkammer 17 ein.

Bei niedrigen Betriebsdrehzahlen ist die Zapfenkammer 17 aufgrund eines dann geschlossenen Regelventils drucklos, so dass ausschließlich die Kraft der Regelfeder 13 über den Federkolben 8 auf die Verschiebeeinheit 9 einwirkt und damit ein entsprechend niedriges Niveau für die erste Druckstufe der Ölpumpenregelung vorgibt.

Das Regelventil, bestehend aus einem Ventilkolben 18 mit einer zugehörigen Kolbenfeder 19, ist im Verschiebezahnrad 5 angeordnet und in **Figur 1** für einen angenommenen Ölpumpenbetrieb bei niedrigen Drehzahlen entsprechend geschlossen dargestellt.

Die **Figur 2** zeigt die Verschiebeeinheit 9 aus **Figur 1** mit einem bei hohen Betriebsdrehzahlen geöffneten Regelventil in einem vergrößerten Maßstab. Der in dem rotierenden Verschiebezahnrad 5 schräg angeordnete Ventilkolben 18 entwickelt mit zunehmender Drehzahl steigende Fliehkräfte, die bei Erreichen der Umschaltdrehzahl den Ventilkolben 18 gegen die Kolbenfeder 19 verschieben und damit eine hydraulische Verbindung mit einer Förderöldruckeinspeisung von der Verschiebekammer 10 über Bohrungen und Ringquerschnitte am Bolzen 6 in die Zapfenkammer 17 freischalten. Hierdurch wird die hydraulische Wirkfläche 26 des Federkolbens 8 mit Förderöldruck beaufschlagt, wodurch das Regeldruckniveau auf die zweite Druckstufe angehoben wird.

Die schräge Lage des Ventilkolbens 18 ist ein Bauraumkompromiss, bei dem das Ende der Kolbenfeder 19 sogar innerhalb eines Zahnes von Verschiebezahnrad 5 liegen kann.

Der Förderöldruck der Außenzahnradölpumpe mit Fördermengenregelung wird durch die erfindungsgemäße Ausbildung der Regelvorrichtung folgendermaßen eingeregelt:

**Betriebsdrehzahlen unterhalb der auslegungsbedingten Umschaltdrehzahl bei dann geschlossenem Regelventil**

Aufgrund der druckfreien Zapfenkammer 17 wirkt ausschließlich die Kraft der Regelfeder 13 auf den gestuften Federkolben 8, so dass der Förderöldruck nur auf den Verschiebekolben 7 der Verschiebeeinheit 9 lastet und die Druckregelung des Förderöldrucks entsprechend der Auslegung der Regelfeder 13 bei niedrigem Förderöldruckniveau, beispielsweise bei ca. 2,5 bar, mit entsprechender Überdeckungsanpassung der Eingriffsbreite von Antriebszahnrad 1 und Verschiebezahnrad 5 zur Fördermengenanpassung erfolgt.

**Betriebsdrehzahlen oberhalb der auslegungsbedingten Umschaltdrehzahl bei dann geöffnetem Regelventil**

Mit Erreichen der Umschaltdrehzahl öffnet fliehkraftbedingt der Ventilkolben 18 gegen die Schließkraft der Kolbenfeder 19, so dass über die nun bestehende hydraulische Verbindung der in der Verschiebekammer 10 wirksame Förderdruck auch in der Zapfenkammer 17 anliegt. Hierdurch wird entsprechend der Wirkfläche 26 des Zapfens 16 eine Teilwirkfläche des mit Förderöldruck beaufschlagten Verschiebekolbens 7 durch den Kräfteausgleich hydraulisch unwirksam, so dass eine Regelwirkung durch eine Fördermengenanpassung infolge einer axialen Verschiebung der Verschiebeeinheit 9 gegen die Kraft der Regelfeder 13 erst bei einem höheren Förderöldruckniveau von beispielsweise 5 bar erfolgt.

Durch eine zusätzlich über ein Elektroventil 21 schaltbare Verbindung 22 zwischen der Verschiebekammer 10 und der Zapfenkammer 17 kann bei Bedarf auch im unteren Betriebszahlbereich des Verbrennungsmotors bei Fördermengenregelung das Förderöldruckniveau von der ersten (2,5 bar) auf die zweite Druckstufe (5 bar) angehoben werden. Diese Maßnahme kann beispielsweise für schnelle Schaltvorgänge von hydraulischen Nockenwellen-Verstelleinrichtungen von Vorteil sein.

Eine definierte Ölleckage der Zapfenkammer 17, beispielsweise über eine Drossel 20, gewährleistet einen drucklosen Zustand der Zapfenkammer 17 bei nicht zugeschaltetem Förderöldruck.

Die beiden Ventile 23 und 24 begrenzen für die Zapfenkammer 17 bei dynamischen Regelvorgängen deren Drücke bezüglich Über- und Unterdruck.

Die Figur 3 zeigt in Anlehnung an Figur 1 ein weiteres, vorteilhaftes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Öldruck- und Fördermengenregelung einer Außenzahnradölpumpe.

Der fliehkraftbeaufschlagte Ventilkolben 18 mit seiner Kolbenfeder 19 ist hier im Antriebszahnrad 31 angeordnet. Der in Druckraum 11 herrschende Förderöldruck wird über eine Drucktasche 32 von Deckelkolben 33 und einen die Antriebswelle 34 umgebenden Ringquerschnitt dem Ventilkolben 18 zugeführt.

Bei einer fliehkraftbedingten Öffnung von Ventilkolben 18 wird nun der Förderöldruck in das am Ende der Antriebswelle 34 befindliche Sackloch 35 eingespeist. Eine druckfreie Ringnut 38 in Gehäuse 37 verhindert ein Eindringen von Förderöldruck vom Druckraum 11 in das Sackloch 35 über die linke Stirnfläche von Antriebszahnrad 31, was insbesondere bei geschlossenem Ventilkolben 18 das Regelverhalten der Ölpumpe stören würde.

Als Regelkolben wird bei dieser Ausführungsform ein gestufter Steuerkolben 39 verwendet, der über die von ihm hydraulisch beeinflusste Stellung der Verschiebeeinheit 40, bestehend aus dem Verschiebezahnrad 41, dem Bolzen 42 mit dem Verschiebekolben 43 und dem Federkolben 44 sowie dessen Verschiebefeder 45, die Fördermenge der Ölpumpe und damit auch den Förderöldruck einregelt.

Der Steuerkolben 39 wird über die Bohrung 46 und die Kammer 57 an seiner kleinen Stirnfläche 47 drehzahlabhängig und an seiner großen Stirnfläche 48 ständig mit Förderöldruck beaufschlagt. Die Regelfeder 49 bestimmt bei niedrigen Drehzahlen und dann nur an der großen Stirnfläche 48 des Steuerkolbens 39 anliegendem Förderöldruck das einzuregelnde Förderöldruckniveau der ersten Druckstufe, beispielsweise 2,5 bar.

Bei einer zusätzlichen Beaufschlagung des Steuerkolbens 39 mit Förderöldruck an seiner kleinen Stirnfläche 47 wird das Druckniveau des Förderöldrucks entsprechend der Flächen-differenz der beiden Stirnflächen 48 und 47 auf die zweite Druckstufe angehoben, beispielsweise auf 5 bar für hohe Betriebsdrehzahlen.

Die von dem Gehäuse 37 und dem ungestuften Federkolben 44 gebildete Federkammer 50 wird vom Steuerkolben 39 mit einem für die Einregelung des Förderöldrucks notwendigen Steuerdruck beaufschlagt, der je nach Regelbedarf zwischen dem Förderöldruck und einer vollständigen Druckentlastung eingestellt wird. Das Überdruckventil 23 von Federkammer 50 vermeidet bei dynamischen Regelvorgängen Überdruckspitzen des Regeldrucks.

Prinzipiell sind drei Druckzustände für den Förderöl-Druck durch diese Ausführung des Regelsystems möglich:

#### **Förderöl-Druck unterhalb der ersten Nenndruckstufe (2,5 bar)**

Bei an der großen Stirnfläche 48 von Steuerkolben 39 wirkendem, sehr niedrigen Förderöl-Druck und resultierend linksseitigem Anschlag des Steuerkolbens 39 durch die Kraft der Regelfeder 49 wird der über Bohrungen im Steuerkolben 39 ständig auch in der Nut 53 anliegende Förderöl-Druck direkt über die Steuerbohrung 54 in die Federkammer 50 eingespeist. Durch die beidseitige Druckgleichheit an der Verschiebeeinheit 40 sichert die Verschiebefeder 45 den vollständigen Zahneingriff der beiden Förderzahnräder.

#### **Förderöl-Druck bei erster Nenndruckstufe (2,5 bar) im unteren Drehzahlbereich**

Mit dem Erreichen der ersten Nenndruckstufe bei im unteren Drehzahlbereich noch geschlossenem Ventilkolben 18 verschiebt sich der Regelkolben 39 gegen die Regelfeder 49, so dass wie in Figur 3 dargestellt der Zapfen 55 von Steuerkolben 39 die Verbindung von der Nut 53 zur Steuerbohrung 54 teilweise verschließt und gleichzeitig die Verbindung von der Steuerbohrung 54 zur Entlastungsnut 51 teilweise freigibt. Hierdurch wird in der Federkammer 50 ein bestimmter Steuerdruck eingeregelt, der durch eine resultierende Anpassung der axialen Positionierung der Verschiebeeinheit 40 die für die Einhaltung des Nennöl-Drucks von 2,5 bar erforderliche Förderölmenge einstellt.

#### **Förderöl-Druck bei zweiter Nenndruckstufe (5 bar) im oberen Drehzahlbereich**

Gegenüber der ersten Nenndruckstufe hat der Ventilkolben 18 fließkraftbedingt den Förderöl-Druck auf die kleine Stirnfläche 47 des Steuerkolbens 39 geschaltet. Hierdurch wird an der großen Stirnfläche 48 hydraulisch eine entsprechende Teilwirkfläche kompensiert, so dass die Regelfunktion des Steuerkolbens 39 für die Verschiebeeinheit 40 erst bei einem entsprechend auf hier 5 bar angehobenem Förderöl-Druck stattfindet.

Das in Figur 3 dargestellte Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Regelfunktion hat gegenüber dem Ausführungsbeispiel von Figur 1 folgende Vorteile:

- Der über Ventilkolben 18 bei dessen Öffnung fließende Ölstrom ist aufgrund des kompakten Steuerkolbens 39 relativ klein, so dass die Strömungsquerschnitte des räumlich eingegengten Ventilkolbens 18 mit geringen Abmessungen ausgeführt werden können.
- Der Steuerkolben 39 gewährleistet aufgrund der gegenüber dem Ventilkolben 18 größeren Strömungsquerschnitte eine schnellere Fördermengenregelung über die Verschiebeeinheit 40.

- c) Da der Steuerkolben 39 über den in die Federkolbenkammer 50 einzuregelnden Steuerdruck, unterstützt durch die Kraft der Verschiebefeder 45, den Förderöldruck in der ersten oder der zweiten Nenndruckstufe bestimmt, wird der Förderöldruck entsprechend unabhängig von der Position der Verschiebeeinheit trotz der positionsabhängigen Kraft der Verschiebefeder 45 konstant auf das Druckniveau der jeweiligen Nenndruckstufe eingeregelt.

Zur Anwendung der erfindungsgemäßen Regelvorrichtung an einer bypassgeregelten Ölpumpe für Verbrennungsmotoren zeigt **Figur 4** beispielhaft eine Ausführungsform als Innenzahnradölpumpe in einer Schnittansicht.

Diese fliehkraftgeregelte Innenzahnradölpumpe besteht aus einem Pumpengehäuse 61 mit einer in diesem gelagerten Antriebswelle 62, einem auf der Antriebswelle 62 fixierten, als Außenzahnrad 63 ausgebildeten ersten Förderrad sowie einem mit diesem in kämmenden Eingriff stehenden zweiten Förderrad, das als Innenzahnrad 64 ausgebildet ist.

Das Pumpengehäuse 61 enthält weiterhin eine Bypass-Regeleinrichtung, deren Regelkolben als gestufter Überdruckkolben 65 mit Zapfen 66 ausgebildet ist und von einer Regelfeder 67 in Schließrichtung kraftbeaufschlagt ist.

Das Schmieröl wird über eine Ansaugleitung 68 von den rotierenden Förderrädern angesaugt und über eine Druckleitung 69 in den zu schmierenden Verbrennungsmotor gefördert.

Wie bei bekannten Ausführungsformen von Bypass-Regeleinrichtungen wirkt der in der Druckleitung 69 herrschende Förderöldruck auf den Regelkolben, in diesem Ausführungsbeispiel auf die große Wirkfläche 70 des Überdruckkolbens 65. Bei Erreichen der ersten Druckstufe, beispielsweise 2,5 bar für den unteren Motordrehzahlbereich und hier noch

schlossloser Zapfenkammer 71, verschiebt sich der Überdruckkolben 65 gegen die Regelfeder 67, so dass wie in **Figur 4** dargestellt über die nun geöffnete Entlastungsbohrung 72 eine entsprechende Bypassölmenge öldruckbegrenzend abregelt wird.

Die Zapfenkammer 71 von Überdruckkolben 65 wird bei erhöhten Betriebsdrehzahlen des Verbrennungsmotors mit dann höherem Förderöldruckbedarf zusätzlich mit Förderöldruck beaufschlagt, um erfindungsgemäß den Förderöldruck auf eine zweite Druckstufe, beispielsweise 4 bar, anzuheben.

Hierzu besteht über eine Leitung 73 eine hydraulische Verbindung zu dem Außenzahnrad 63, dass ein fliehkraftbeaufschlagtes Regelventil enthält, in diesem Ausführungsbeispiel das aus **Figur 1** bekannte Kolbenventil 18 mit Kolbenfeder 19. Bei entsprechend hoher Betriebsdrehzahl des Verbrennungsmotors mit einem dann erforderlichen Förderöldruck bei einem



Nennndruckwert von 4 bar wird der über eine Drucktasche 74 und einen Ringquerschnitt 75 am nun geöffneten Kolbenventil 18 anliegende Förderöldruck über die Leitung 73 in die Zapfenkammer 71 eingespeist. Die Geamtwirkfläche des am Überdruckkolben 65 anliegenden Förderöldruckes, gebildet aus der großen Wirkfläche 70 abzüglich der kleinen Wirkfläche 76 von Zapfen 66, ist nun effektiv verkleinert, so dass die Bypassregelung erst bei Erreichen der zweiten Druckstufe von 4 bar einsetzt.

Bei im unteren Betriebsdrehzahlbereich geschlossenem Kolbenventil 18 sorgen definierte Leckageverluste der Zapfenkammer 71, beispielsweise über eine Drossel 20, für einen schnellen Druckabbau mit entsprechender Absenkung des Förderöldruckes auf die ersten Druckstufe von hier 2,5 bar.

Die aus Figur 1 bekannten Ventile 23 und 24 begrenzen bei geschlossenem Kolbenventil 18 in der Zapfenkammer 71 die Drücke hinsichtlich Unter- und Überdruck, so dass auch der untere Nennndruckwert von hier 2,5 bar schnell eingeregelt wird.

Da die erfindungsgemäße Regelung von Öldruck und Ölfördermenge durch zwei oder mehrere Nennndruckstufen über die Wirkung eines drehzahlabhängig schaltenden Fliehkraft-Regelventils erfolgt, ist diese Regelung prinzipiell unabhängig von der temperaturabhängigen Ölviskosität. Hierdurch lassen sich mit der vorgeschlagenen Regelung insbesondere auch bei den nach jedem Motorkaltstart noch niedrigen Betriebstemperaturen durch effektiv geminderte Ölpumpenantriebsleistungen nicht unbeträchtliche Vorteile im Kraftstoffverbrauch erzielen.

12

## Patentansprüche:

1. Regelvorrichtung für Hydraulikpumpen, insbesondere für Ölpumpen mit Förderzahnradern zur Schmierölversorgung von Verbrennungsmotoren, mit einem fliehkraftgesteuerten Regelventil, einem Regelkolben und einer Regelfeder, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Regelkolben als Stufenkolben (9, 39, 65) mit mindestens zwei unterschiedlich großen Wirkflächen (25, 26, 47, 48, 70, 76) für den Förderöldruck ausgebildet ist, wobei mindestens eine Wirkfläche (26, 47, 76) abhängig von der Drehzahl der Ölpumpe vom Regelventil (18, 19) mit Förderöldruck beaufschlagt wird.
2. Regelvorrichtung für Hydraulikpumpen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stufenkolben als Verschiebeeinheit (9) einer Ölpumpe mit Fördermengenregelung ausgebildet ist.
3. Regelvorrichtung für Hydraulikpumpen nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stufenkolben als Steuerkolben (39) einer Ölpumpe mit Fördermengenregelung ausgebildet ist.
4. Regelvorrichtung für Hydraulikpumpen nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stufenkolben als Überdruckkolben (65) einer Ölpumpe mit Bypass-Regelung ausgebildet ist.
5. Regelvorrichtung für Hydraulikpumpen nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stufenkolben (9, 39, 65) einerseits an seiner großen Wirkfläche (25, 48, 70) vom Förderöldruck druckbeaufschlagt ist, und entgegenwirkend andererseits von der Regelfeder (13, 49, 67) kraftbeaufschlagt wie auch an seiner kleinen Wirkfläche (26, 47, 76) durch das Regelventil (18, 19) mit Förderöldruck beaufschlagbar ist.
6. Regelvorrichtung für Hydraulikpumpen nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Regelventil als Ventilkolben (18) mit einer Kolbenfeder (19) ausgebildet ist und mit seiner Fliehkraftmasse gegen die Kraft der Kolbenfeder (19) wirkt.
7. Regelvorrichtung für Hydraulikpumpen nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Regelventil (18, 19) mit seiner Achse einen Winkelversatz zur Fliehkrafttrichtung aufweist.

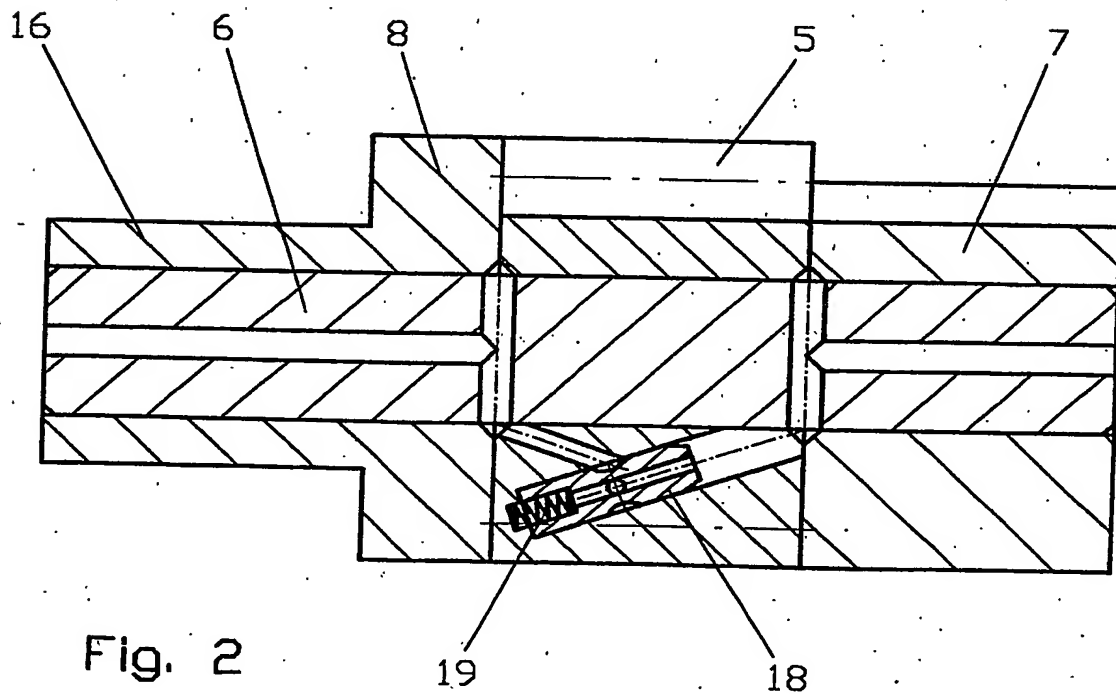
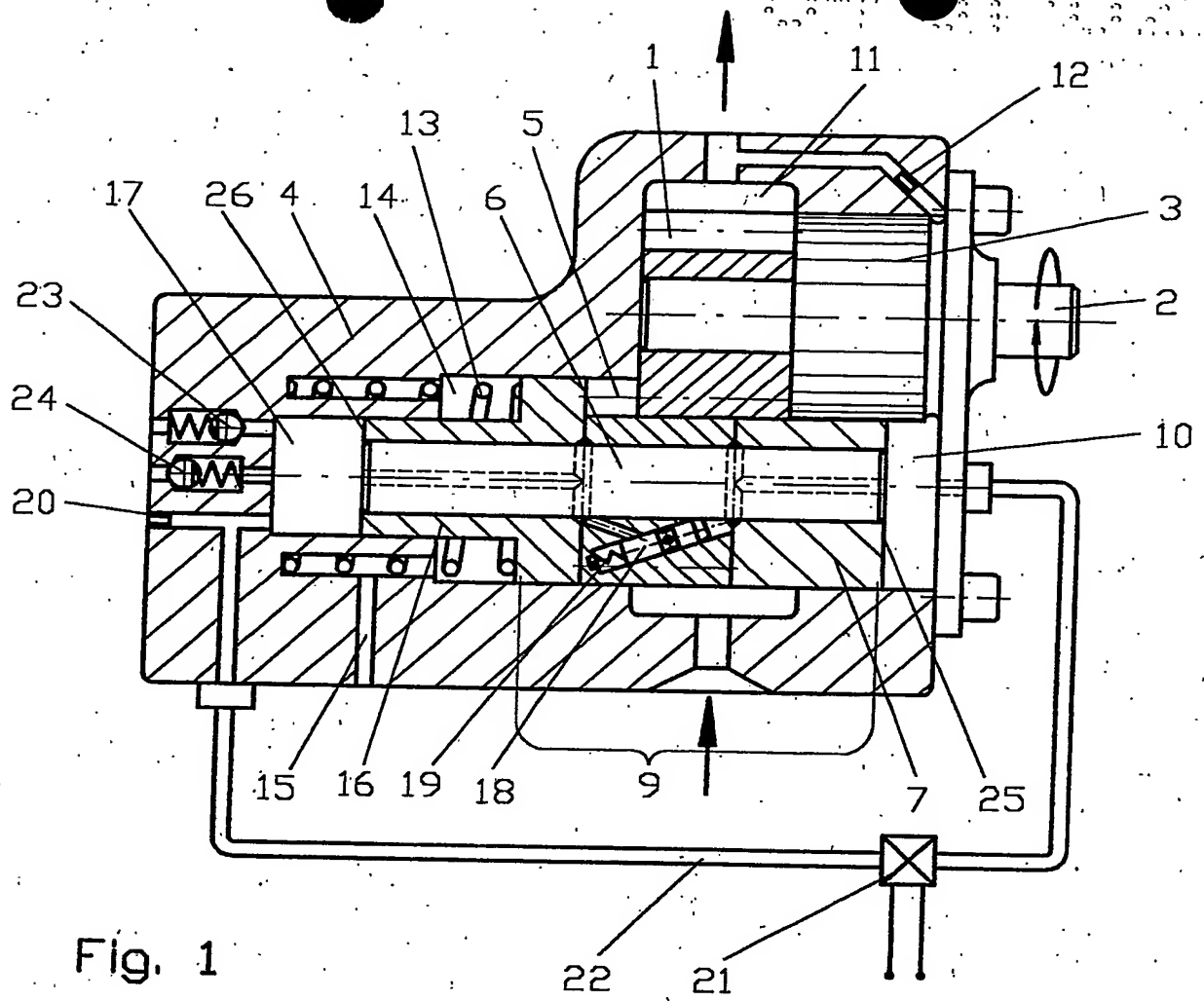
8. Regelvorrichtung für Hydraulikpumpen nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Regelventil (18, 19) innerhalb eines Förderzahnrades (5, 31, 63), gegebenenfalls mit teilweisem Eintauchen in einen Förderzahn, angeordnet ist.
9. Regelvorrichtung für Hydraulikpumpen nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die drehzahlabhängig mit Förderöldruck beaufschlagbare Zapfenkammer (17, 57, 71) des Stufenkolbens (9, 39, 65) eine definierte Leckageöffnung (20) aufweist.
10. Regelvorrichtung für Hydraulikpumpen nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zapfenkammer (17, 71) und die Federkammer (50) durch ein Ventil (23) überdruckbegrenzt ist.
11. Regelvorrichtung für Hydraulikpumpen nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zapfenkammer (17, 71) durch ein Ventil (24) unterdruckbegrenzt ist.
12. Regelvorrichtung für Hydraulikpumpen nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Regelkolben mehrstufig ausgebildet ist und von einem entsprechend mehrstufigen ausgebildeten Regelventil oder mehreren Regelventilen mit Förderöldruck beaufschlagbar ist.
13. Regelvorrichtung für Hydraulikpumpen nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zapfenkammer (17, 71) und die Federkolbenkammer (50) über eine Verbindung (22) mit einem Elektroventil (21) mit Förderöldruck beaufschlagt werden kann.

## Zusammenfassung

Für Schmierölpumpen von Verbrennungsmotoren wird eine Regelung vorgeschlagen, die weitestgehend entsprechend dem Bedarf des zu versorgenden Verbrennungsmotors hinsichtlich Öldruck und Fördermenge fliehkraftgeregelt über einen gestuften Regelkolben mit mindestens zwei Druckregelbereichen arbeitet.

Durch die drehzahlabhängige Öldruckregelung werden insbesondere bei Ölpumpen mit Fördermengenregelung nennenswerte Vorteile in der Ölpumpenantriebsleistung erzielt, was eine entsprechende Absenkung des Kraftstoffverbrauchs des zugehörigen Verbrennungsmotors bewirkt.

(Fig. 1)



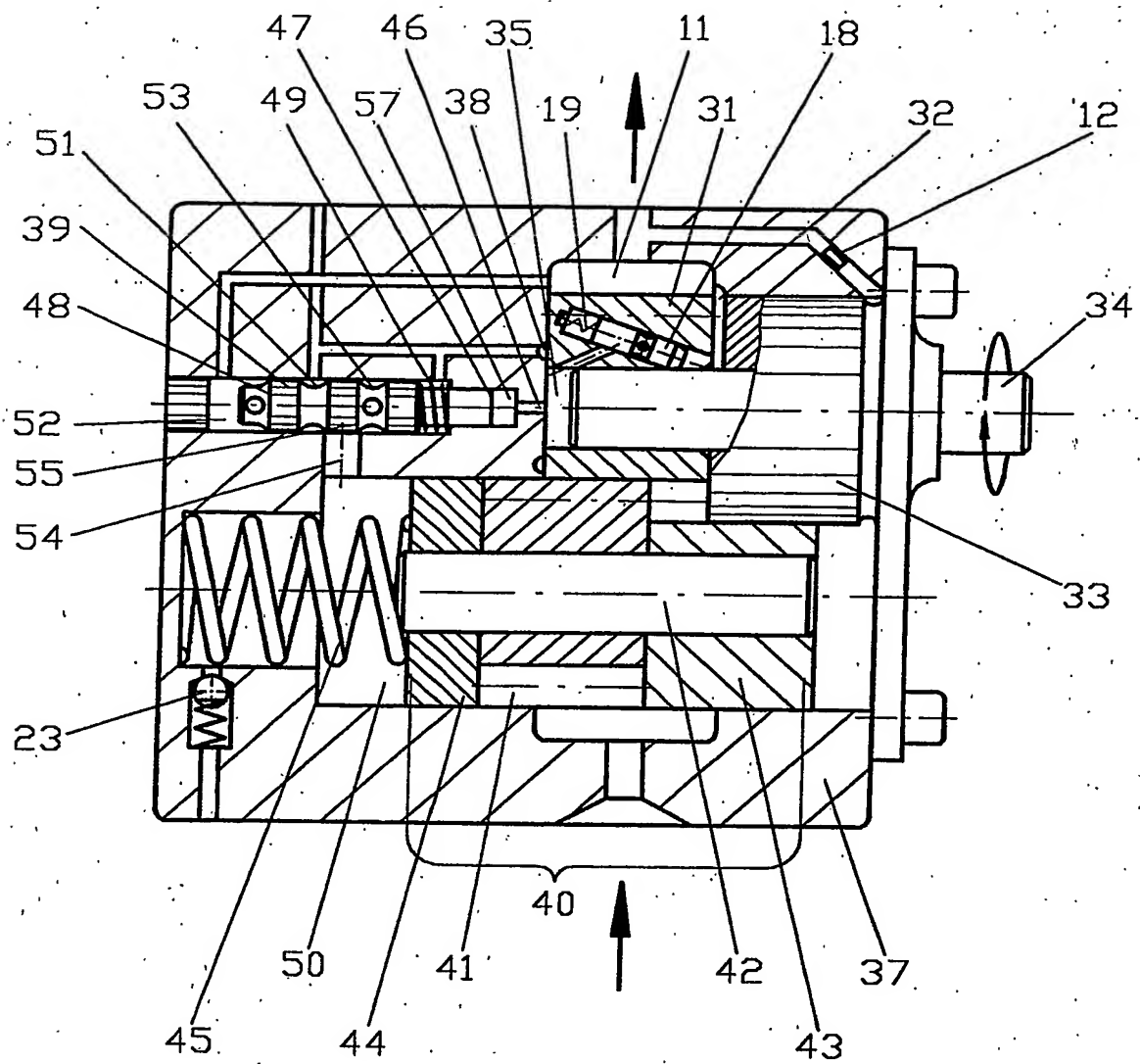


Fig. 3

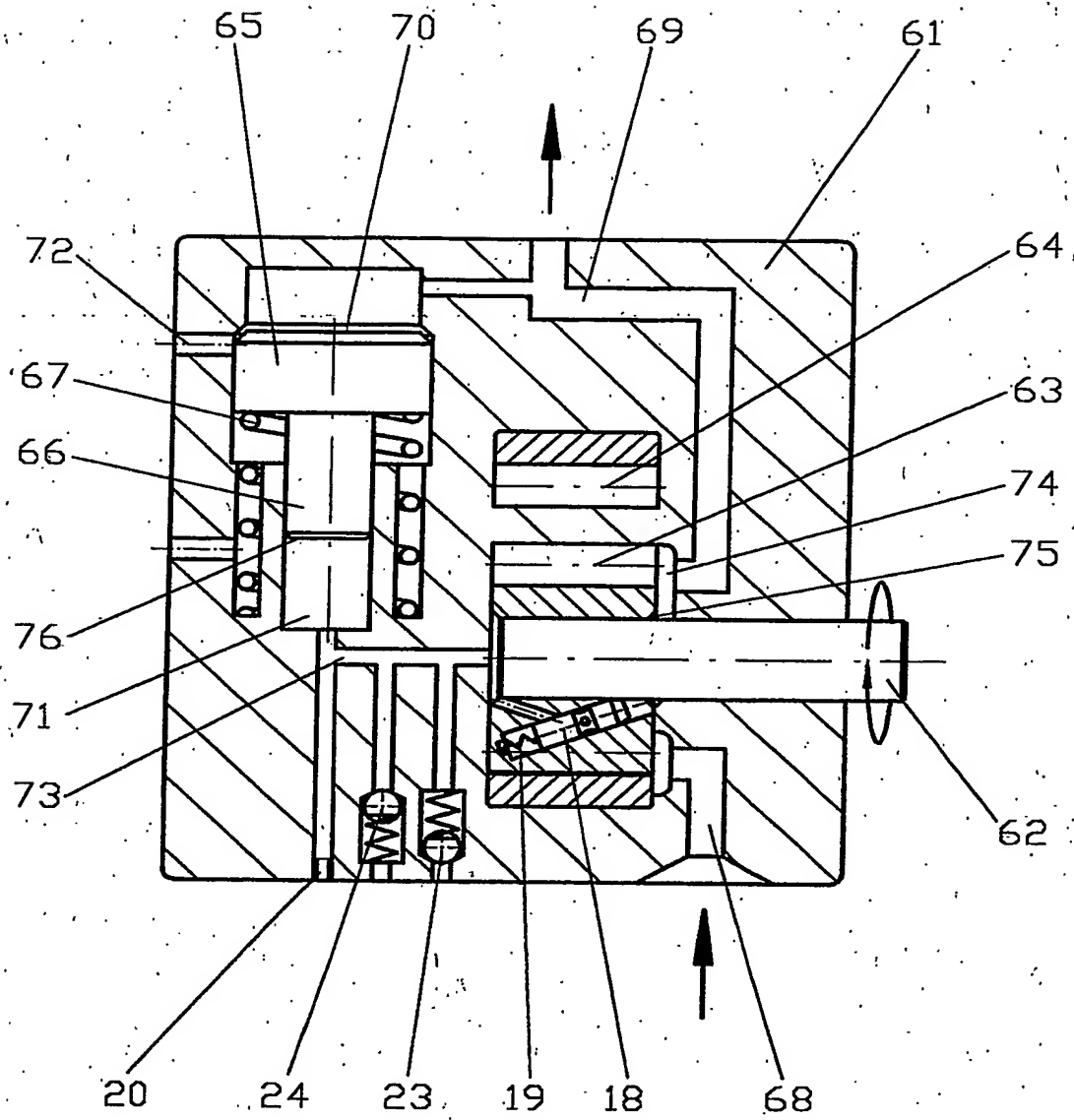


Fig. 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**